

# INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS MARINHOS: UMA APLICAÇÃO NA CARTOGRAFIA, HIDROGRAFIA E OCEANOGRAFIA

*J. G. Pinheiro<sup>1</sup>, C. Florentino<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Diretoria de Hidrografia e Navegação / Centro de Hidrografia da Marinha, Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra (UFF), Brasil

**Comissão VI - Sistemas de Informações Geográficas e Infraestrutura de Dados Espaciais**

## RESUMO

Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos (IDEM) pode ser compreendida como a componente marítima de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE). O termo IDE é comumente utilizado para denotar o conjunto de tecnologias, políticas e acordos institucionais adotados em um sistema interoperável que permite a busca, o acesso e a visualização de dados geoespaciais. De forma análoga, a IDEM age sobre itens como: limites marítimos, áreas de preservação e conservação, habitats marinhos, oceanografia, batimetria, hidrografia, geologia, infraestrutura marinha, naufrágios, instalações offshore, gasodutos, cabos submarinos, e demais fontes de informação marinha de determinada região. É conspícua a necessidade da combinação destes dados geoespaciais em um sistema interoperável e integrado a fim de compreender a relação entre os componentes bióticos e abióticos que compõem o ambiente marinho, bem como facilitar a tomada de decisão sobre o oceano e as áreas costeiras. Neste contexto, a integração e interoperabilização de camadas geoespaciais podem ser alcançadas por meio de uma Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos que permita a observação de dados em tempo real, coleta e validação de dados, gestão e compartilhamento de dados, intercâmbio e visualização do ambiente submarino e costeiro em um sistema integrado. Ademais, as Infraestruturas de Dados Espaciais Marinhos estão ganhando apreciação mundial, sobretudo com o apoio da Organização Hidrográfica Internacional (OHI) que tem incentivado os Serviços Hidrográficos dos Estados Membros a adotarem a IDEM como uma solução para o gerenciamento ambiental e respostas à emergências. Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar um modelo conceitual e prático da componente tecnológica da Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos da DHN, incluindo plataformas livres e abertas, bem como softwares proprietários.

**Palavras chave:** Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos, Geoserver, GeoNetwork, Spatial Fusion Enterprise, Interface de Programação de Aplicações.

## ABSTRACT

Marine Spatial Data Infrastructures (MSDI) comprehend the maritime component of a Spatial Data Infrastructure (SDI). The term SDI is commonly used to denote the set of technologies, policies and institutional arrangements embraced in an interoperable system that allows search, access and visualization of geospatial data. Similar to a SDI, MSDI encompasses themes such as: maritime boundaries, conservation areas, marine habitats, oceanography, bathymetry, hydrography, geology, marine infrastructure, shipwrecks, offshore installations, gas pipelines, submarine cables, etc. It is conspicuous to combine these geospatial data into an interoperable and integrated system in order to understand the relation between the biotic and abiotic components that make up the marine environment as well as to facilitate decision making over the ocean and coastal areas. In this context, the integration and interoperability of geospatial layers can be achieved through a Marine Spatial Data Infrastructure that allows real time data observation, data collection and validation, data management and sharing, exchange and visualization of the underwater and coastal environment in an integrated system. In addition, the Marine Spatial Data Infrastructure is gaining worldwide appreciation, especially with the support of the International Hydrographic Organization (IHO), which has encouraged the Member States' Hydrographic Offices to embrace MSDI as a solution for environmental management and emergency response. Thus, this work aims to present a conceptual and practical model of the technological component of DHN Marine Spatial Data Infrastructure, including free and open source platforms and proprietary softwares.

**Keywords:** Marine Spatial Data Infrastructure, GeoServer, GeoNetwork, Spatial Fusion Enterprise, Application Programming Interface.

## 1- INTRODUÇÃO

Atualmente, uma variedade de soluções ligadas à geoinformação estão disponíveis para a construção de Infraestruturas de Dados Espaciais. Da perspectiva de código aberto, o *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) foi criado para apoiar o desenvolvimento colaborativo de softwares geoespaciais e disseminar o uso destes em escala global. Desta forma, os projetos do OSGeo incluem o *GeoServer* e o *GeoNetwork*, amplamente utilizados em IDE nacionais. Por outro lado, percebe-se que o setor privado tem ampliado o mercado de ferramentas destinadas ao *web mapping* a fim de apoiar Infraestruturas de Dados Espaciais Marinhos, como o exemplo do *CARIS Spatial Fusion Enterprise* (SFE). O SFE oferece ferramentas robustas de um servidor para gerenciamento de aplicativos na web em conjunto de um visualizador de dados geoespaciais.

Neste contexto, fundamentado no escopo de uma IDE, para atender uma iniciativa de âmbito nacional (BRASIL 2008), este artigo apresenta a arquitetura da componente tecnológica de uma IDEM que se encontra em desenvolvimento na Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

## 2- GEONETWORK

GeoNetwork é um catálogo de metadados para gerenciar um conjunto de informações, incluindo dados georreferenciados e não georreferenciados, e que funciona de forma integrada com o banco de dados PostGres/PostGIS. A aplicação fornece funções de pesquisa e edição de metadados, além de um visualizador de mapa interativo na web. Atualmente, é utilizado como uma solução de código aberto em várias iniciativas de Infraestrutura de Dados Espaciais em todo o mundo.

A pesquisa por metadados geoespaciais envolve várias aplicações do GeoNetwork amplamente interconectadas. Os usuários podem assim refinar a pesquisa e chegar rapidamente aos registros de interesses por meio da busca em texto completo, palavras-chave, tipos de recursos, organizações e escala (GeoNetwork Manual do Usuário, 2015).

## 3- GEOSERVER

Conforme o manual do usuário (2016), o GeoServer é um software servidor de código aberto escrito em java que permite aos usuários compartilhar e editar dados geoespaciais. Projetado para interoperabilidade, a aplicação permite a publicação de dados de várias fontes de dados geoespaciais, sobretudo àquelas que utilizam padrões abertos. É uma aplicação de referência no uso dos padrões do *Open Geospatial Consortium* (OGC). O GeoServer forma um componente central de aplicações envolvendo uma IDE.

## 4- SPATIAL FUSION ENTERPRISE

*Spatial Fusion Enterprise* (SFE) é composto por duas aplicações: um servidor de geoserviços compatível com os padrões da OGC e um visualizador interativo de mapas, desenvolvidos pela empresa Teledyne CARIS®. O servidor e o visualizador de mapas do SFE podem ser utilizados conjuntamente de outros sistemas interoperáveis que baseiam-se em servidores e visualizadores de mapas compatíveis com os padrões da OGC, proporcionando assim um alto nível de interoperabilidade e flexibilidade no intercâmbio de dados.

*Spatial Fusion Server* (SFS), servidor de geoserviços codificados conforme os padrões da OGC, foi criado para permitir que os detentores de dados geoespaciais estruturam a geoinformação em um sistema interoperável em nível regional, nacional e global (CARIS, 2016a).

*Spatial Fusion Viewer* (SFV) é uma ferramenta para exibir dados geoespaciais na internet ou em uma rede local usando navegador web padrão. A aplicação web é controlada por um *Viewer Manager* capaz de permitir conexões de dados com serviços criados no SFS ou em outro servidor de geoserviços compatíveis com os padrões da OGC, como o GeoServer (CARIS, 2016b).

## 5- PADRÕES DE INTEROPERABILIDADE

Os padrões desempenham um papel fundamental nas IDE, pois são essenciais para garantir a interoperabilidade de dados geoespaciais entre as diferentes ferramentas e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) existentes. Neste contexto, os padrões de geoserviços web da OGC oferecem uma rápida descoberta, acesso, fusão e aplicação de informações de localização por meio de: catálogos; formatos de dados como *Geography Markup Language* (GML) e *Keyhole Markup Language* (KML); protocolos OGC: WCS, WFS, WMTS, etc (OGC 2016).

## 6- INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS MARINHOS

De acordo com Cooper et al. 2010, como componente marinho de uma IDE, a Infraestrutura de Dados Espaciais da Marinhos (IDEM) é composta por limites marítimos, áreas de conservação e preservação, habitats marinhos, oceanografia, batimetria, hidrografia, geologia, infraestrutura marítima, naufrágios, instalações offshore, tubulações e cabos submarinos etc. IDEM é uma tendência mundial e seus benefícios incluem: estabelecimento de um tráfego marítimo seguro e eficiente; aperfeiçoamento na gestão da zona costeira; exploração sustentável e otimização de recursos marinhos; proteção ambiental e defesa

marítima. Desta forma, o atendimento das necessidades de diversos setores públicos e privados, tais como as Universidades e Centros de Pesquisas, Autarquias Estaduais e Federais, Agências e Ministérios, além de empresas de desenvolvimento de software, gerenciamento ambiental, marítimo, etc., por meio de IDEM, tem sido apontado como um importante passo à disseminação da informação marítima e fluvial nacional (Conti et al., 2013).

Já no âmbito da Organização Hidrográfica Internacional (OHI), esforços estão sendo realizados para apoiar os Estados Membros à construir suas IDEM, com o intuito de aumentar a eficiência na produção de dados geoespaciais e melhorar a disponibilidade e a acessibilidade destes. Além disso, os Serviços Hidrográficos, envolvidos no processo de implementação de uma IDEM, são capazes de gerenciar e assumir o controle de um oceano inteligente com o apoio da navegação eletrônica e do Planejamento Espacial Marinho (PEM) (IHO, 2011).

Conforme Nebert 2004, os seguintes elementos técnicos são componentes importantes de uma IDE:

- qualidade dos metadados,
- armazenamento de metadados em diretórios *online*,
- boas técnicas e práticas de gerenciamento de dados,
- acessibilidade aos serviços *online*,
- documentação em diretórios, e
- referência de tecnologias e boas práticas.

IDEM é relevante para um Serviço Hidrográfico, pois permite um aumento do intercâmbio de dados entre as partes interessadas e proporciona uma melhor compreensão do meio marinho e em especial de sua hidrografia. Além disso, IDEM fornece a todas as partes envolvidas no desenvolvimento da IDE, uma concepção ampla de todo o ambiente marinho, incluindo assim o PEM, a segurança da navegação, a navegação eletrônica, as atividades marítimas, a segurança e a defesa, o desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente. Esta informação é crucial para a tomada de decisão neste cenário.

## 7- COMPONENTES DE UMA IDEM

IDEM é uma estrutura que compreende os seguintes componentes fulcrais (Figura 1):



Fig. 1. 4 pilares de uma IDEM. (Fonte: IHO Publication C-17 2011)

### 7.1- Políticas e Governança

Uma política deve ser estabelecida para balizar a gestão dos dados geoespaciais e criar informações que sejam interoperáveis por meio de um grupo de pessoas que ajam como os responsáveis pela gestão da IDEM. Contemplando assim as atividades ligadas ao planejamento, ordenamento e desenvolvimento das partes envolvidas na estruturação da infraestrutura de dados espaciais. Uma política de apoio e um ambiente organizacional ativo são fatores essenciais no sucesso de uma IDEM (Aalders e Moellering, 2001).

### 7.2- Pessoas e Organizações

Uma IDEM funcional exige disposição das partes interessadas, bem como cooperação prática entre organizações e pessoas responsáveis por criar, compartilhar e disseminar o uso de informação para implementar a política e a governança em geral.

### 7.3- Facilitadores

Os facilitadores em uma IDEM englobam os elementos básicos que fornecem a estrutura para a aquisição, o gerenciamento, a atualização e a disseminação de: dados, padrões, tecnologias, metadados e o modelo de dados (exemplo: S-57 ou S-100 da OHI), que fornecem a estrutura de dados para o desenvolvimento de não apenas a próxima geração de produtos de *Electronic Navigational Charts* (ENC), mas também outros conjuntos de dados e produtos digitais relacionados, exigidos pela comunidade hidrográfica, marítima e usuários de SIG.

### 7.4- Conteúdo

Este componente integra o conjunto de informações que está disponível para os usuários e reúne todas as informações expressas dentro de um sistema de referência consistente (exemplo: conjuntos de dados comuns, temas ou camadas de dados geoespaciais e mapas).

### 7.5- Educação e Ensino

Pela perspectiva da comunidade da OHI, a educação e o ensino, desempenham um importante fundamento na IDEM, sendo este constituído de instruções, literaturas, guias, orientação, capacitação, treinamento, compartilhamento de boas práticas e consultoria.

## 8- ARQUITETURA DA IDEM E O PROJETO PILOTO

Esta seção descreve o projeto piloto para disponibilizar dados na web e apresenta a arquitetura da componente tecnológica da IDEM proposta: conjuntos de dados, catálogos de geoserviços compatíveis com os padrões da OGC, visualizadores de

mapas e catálogo de metadados compatível com ISO 19115 (Figura 2).

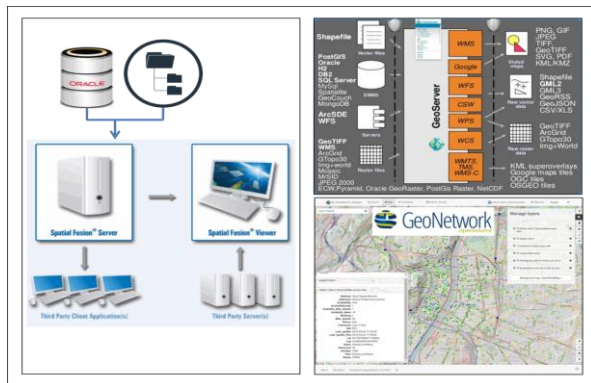


Fig. 2. Arquitetura da IDEM.

### 8.1- Conjunto de Dados

A base de dados da IDEM, apresentada neste trabalho, está sendo contruída sobre bancos de dados Oracle Spatial, PostgreSQL/PostGIS, MySQL e sistemas de arquivos. Os servidores web (como: SFS e GeoServer) são utilizados para conectar aos bancos de dados e criar serviços web da OGC para dados vetoriais e raster.

### 8.2- Catálogo de Serviços Web

O conjunto de dados segue exibido como uma camada de dados sobre um visualizador de mapas na web ou em um computador desktop com um software de SIG instalado (como exemplo: Qgis), usando funcionalidades encontradas em serviços web do OGC criados por meio do SFS e do GeoServer. A Figura 2 mostra os formatos das requisições de saída do GeoServer.

### 8.4- Visualizador de Mapas

O SFE Viewer é a principal ferramenta da componente tecnológica da IDEM para exibir as camadas de dados compatíveis com os serviços web do OGC. Mas esta é uma exceção, não é uma regra. Algumas *Application Program Interfaces* (API) foram desenvolvidas para atender demandas específicas sobre dados e produtos geoespaciais de interesse. As APIs foram escolhidas como uma solução para dados que requerem mais funcionalidades na web, como exibição de *popups*, *markerclusters*, etc. Por exemplo, ações com o objetivo de permitir aos usuários realizarem buscas pelas cartas náuticas no formato raster, bem como as correções e a compra de cartas náuticas. Neste projeto a IDEM está sendo composta por uma API contendo um catálogo de cartas náuticas, mais as diversas estações oceanográficas de referência para aquisição de geoinformação ao longo do território brasileiro (Figura 6). Por outro lado, o SFE está sendo estruturado para publicação de outros dados geoespaciais que estão disponíveis apenas para consulta, visualização ou download (Figura 5).

### 8.5- Catálogo de Metadados

GeoNetwork é o catálogo de metadados que está sendo utilizado para permitir ao usuário pesquisar os dados, ter acesso a informações dos mesmos ou a recursos *online* de serviços web da OGC, bem como criar, editar e disponibilizar metadados através do serviço CSW. Este tem se apresentado como uma ferramenta essencial ao projeto piloto, que se iniciou com a publicação de metadados de cartas náuticas e informações oceanográficas.

### 9- CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo não tem a pretensão de esgotar o assunto, mas sim de fomentar maiores discussões a respeito do tema apresentando de maneira resumida a iniciativa em desenvolvimento pela DHN de uma Infraestrutura de Dados Espaciais Marinhos (IDEM). Tal projeto piloto, tem como objetivo facilitar o acesso e a integração de dados geoespaciais disponíveis em base de dados diferentes por meio de uma infraestrutura interoperável, composta por uma série de componentes tecnológicos que incluem plataformas livres e de código aberto (caso do GeoServer, GeoNetwork e PostgreSQL/PostGIS) e sistemas de gerenciamento e visualização web privados (como o SFE).

O modelo de IDEM proposto baseia-se nas boas práticas recomendadas aos Serviços Hidrográficos mundiais e segue de encontro com as expectativas da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) no tocante às políticas, governança, padrões e tecnologias. Desta forma, visa alcançar as demandas nas áreas de PEM e navegação eletrônica.

GeoServer (Figura 3) está sendo utilizado para criar serviços web do OGC para dados armazenados em banco de dados e sistemas de arquivos. Enquanto o GeoNetwork (Figura 4) compõe o sistema, conectado ao PostgreSQL e fornece funcionalidades de serviços web criadas através do GeoServer.

O Spatial Fusion Enterprise (Figura 5) está sendo utilizado para tornar os dados armazenados no banco de dados Oracle disponíveis em uma estrutura web, sendo uma junção do SFS e do SFV. O SFS é a ferramenta utilizada para criar os serviços web conforme os padrões do OGC, e as camadas de dados transportadas pelos serviços web são exibidas em SFV usando as funcionalidades dos serviços web. SFE também é uma alternativa robusta para gerenciamento de outros produtos hidrográficos oriundos do *workflow* CARIS (por exemplo, arquivos CSAR e BAG). Além disso, o SFE é apontado como uma solução de referência para exibir os padrões da Organização Hidrográfica Internacional (como o S-57 ou S-100).

Casos que não são suportados pelo SFE, tem sido tratados pelas APIs (Figura 6) que estão sendo desenvolvidas para atender as demais necessidades da IDEM.



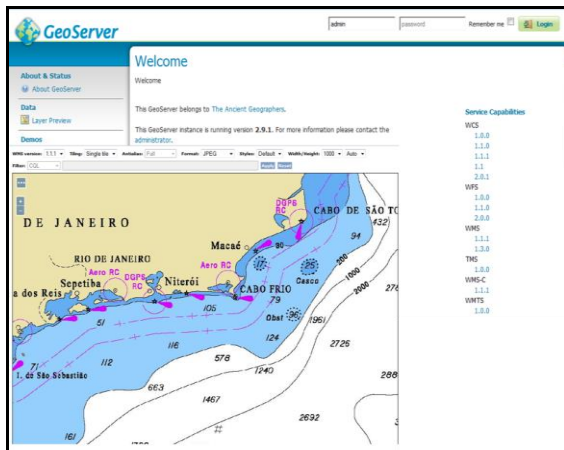


Fig. 3. Catálogo de serviços.

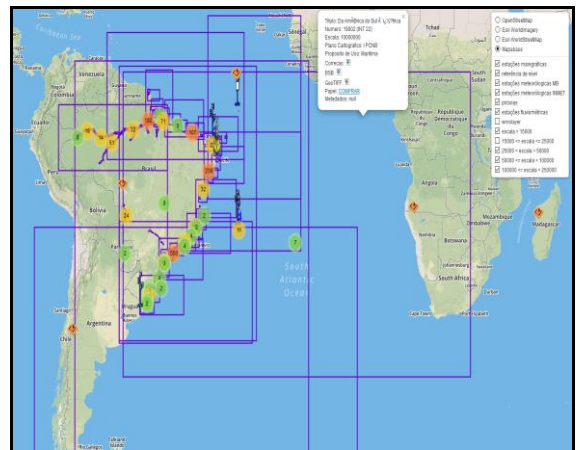


Fig. 6. API.

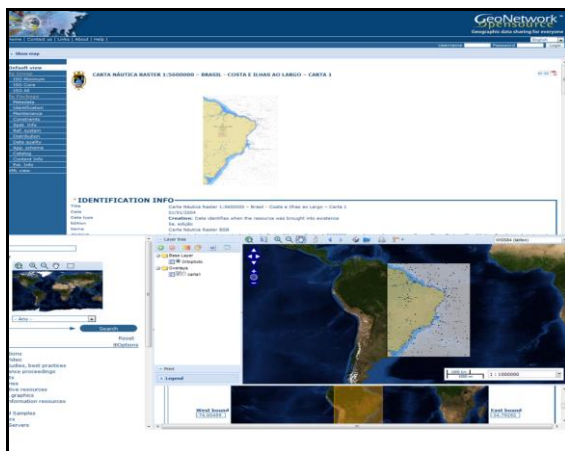


Fig. 4. Catálogo de metadados.



Fig. 5. Geoportail.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aalders, J. G. L. H. e Moellering, H., 2001. Spatial Data Infrastructure. Delft University of Technology and Ohio State University.
- BRASIL, 2008. Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008. Institui a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF.
- CARIS, 2016a. Spatial Fusion Enterprise 5.9 Server - Reference Guide. Fredericton, NB, Canada.
- CARIS, 2016b. Spatial Fusion Enterprise 5.9 Viewer - Reference Guide. Fredericton, NB, Canada.
- Conti, L.A.; Oliveira, M.C.; Estrada, T.E.M.D. e Marques, A.C., 2013. Gerenciamento de Dados Marinhos no Contexto Brasileiro. Biota Neotrop. 13(nº2).
- Cooper, P.; Pepper, J. e Osborn, M., 2010. The Hydrographic and Oceanographic Dimension to Marine Spatial Data Infrastructure Development: "Developing the capability". White Paper. International Hydrographic Office (IHO).
- GeoNetwork User Manual, 2015. GeonNetwork Opensource.
- GeoServer User Manual, 2016. GeoServer Opensource.
- IHO, 2011. International Hydrographic Bureau. Spatial Data Infrastructures: "The Marine Dimension" Guidance for Hydrographic Offices, IHO Publication C-17 Edition 1.1.0, Monaco, Feb. 2011, 36 pp.
- Nebert, D. D., 2004. Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook. Global Spatial Data Infrastructure.
- OGC, 2016. Standards and Supporting Documents, 2016. Open Geospatial Consortium.